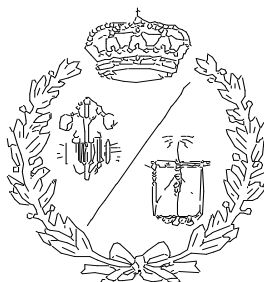


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



***Proyecto Fin de Grado***

***ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE FILMS  
PLÁSTICOS (PE, PO, PP) PARA EMBUTICIÓN  
DE CHAPA DE ACERO***

(TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLASTIC FILMS FOR DEEP  
DRAWING SHEET STEEL)

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

Autor: Sergio Martín Gaño

Julio – 2021

## RESUMEN

Este trabajo se desarrolla en colaboración con una empresa de ámbito regional que se dedica a la fabricación de fregaderos de cocina.

El problema en el proceso surge cuando las chapas de acero son embutidas para el conformado del fregadero, estas chapas son muy frágiles y el contacto directo del troquel con la chapa genera marcas que provocan el rechazo del producto.

Por esta razón, la empresa previamente adhiere un film plástico a la chapa para su protección durante el proceso de conformado mecánico.



El objetivo fundamental de este Proyecto es la creación, desarrollo y redacción de una Especificación Técnica que recogiese el correcto uso de los films de adhesión. Para ello, se considera esencial conocer el proceso de desarrollo del producto, por lo que se visitó la fábrica y se analizó el proceso de embutición, para así una vez conocido el desempeño del film plástico en su producción se pudieran dar mejores soluciones.

Para el desarrollo de la Especificación Técnica se mantuvo contacto permanente y coordinado con los técnicos de la empresa, que marcaron las pautas a desarrollar. De esta forma, facilitaron los tipos de film de adhesión con los que se trabaja y se clasificaron en 3 grupos (adhesión baja, media o alta). Estos films de diferentes proveedores poseen una ficha técnica en la que indican sus características y límites mecánicos. Se compilaron todas las fichas técnicas de los proveedores en uso para dividir en los 3 grupos y se acotó cada grupo en función de su resistencia mecánica a diferentes ensayos establecidos. Dentro de la

Especificación Técnica se recogieron las normativas y procedimiento de los ensayos a realizar.

Como último objetivo se verificó que la caracterización mecánica fuese correcta, de modo que se desarrollaron ciertos ensayos para así comprobar que la calidad de los films era la correcta.

Finalmente comentar que este Proyecto sigue en desarrollo y ciertos de los ensayos aún no se han podido llevar a cabo completamente ya que por su complejidad no es posible su realización en los laboratorios de LADICIM y es preciso su externalización.

## ABSTRACT

This work is developed in collaboration with a local company which manufactures kitchen's sinks.

Their problem in the process come up when the steel sheets are deep drawing in the process of building the sinks, these sheets are very delicate and in the direct contact of the die with the steel sheets, it generates marks and scratches that causes de rejection of the product.

For this reason, the company previously adheres a plastic film to the steel sheet for its protection during the mechanical forming process.



The main objective of this project is the creation, develop and grafting of a Technical Specification that includes the proper use of the adhesion plastic film. For this purpose, it was considered essential to know-how the product development process, so the factory was visited, and the deep drawing process was analysed. Now, that the process of the adhesion of plastics films is known for their usefully, better solutions could be provided.

For the development of the Technical Specification there were a permanent and coordinated contact with the company's technicians, who set the guidelines to be developed. In this way they provided the different types of films adhesion which they work and it was classified them into 3 group (low, medium, high adhesion) these films from different suppliers have a technical data sheet which indicate their characteristics and mechanical limits. All the technical data sheets of the suppliers in use were compiled in order to divide them into the 3 groups and

each group was delimited according to its mechanical resistance to different established tests. The technical specification included the regulations and procedures for the tests to be carried out.

As a last target, it was verified that the mechanical characterization was right. So, some tests were carried out to check the quality of the film adhesion was the proper.

Finally, this project is still under development and some of these tests have not yet been carried out because their complexity makes it impossible to perform them in LADICIM's laboratory and it is necessary to externalize them.



## ÍNDICE

### ANÁLISIS DEL PROCESO

### ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

1	INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GENERALES.....	13
1.1	MOTIVACIÓN PARA DESARROLLAR EL TRABAJO .....	13
1.2	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO.....	13
1.3	DEFINICIONES .....	14
1.4	LABORATORIO DE ENSAYO.....	15
2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS .....	18
2.1	MATERIA PRIMA .....	18
2.2	TIPOS DE FILM.....	18
2.3	FICHA TÉCNICA.....	19
2.4	MARCADO Y DOCUMENTACIÓN .....	21
2.5	ASPECTO EXTERIOR .....	21
2.6	MEDIDAS.....	22
2.7	EMBALAJE.....	22
2.8	ADHESIÓN.....	22
2.9	GEOMETRÍA .....	23
2.10	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.....	23
3	VALIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD .....	26
3.1	ALCANCE Y CONDICIONES GENERALES .....	26
3.2	MUESTRAS PARA ENSAYOS DE VALIDACIÓN .....	26
3.3	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE VALIDACIÓN .....	27
3.3.1	TIPO DE FILM.....	28
3.3.2	TIPO DE ADHESIÓN.....	28
3.3.3	ESPESOR TOTAL.....	28
3.3.4	PROPIEDADES ADHESIVAS DE PELADO.....	29
3.3.5	TENSIÓN EN MD .....	32
3.3.6	ELONGACIÓN EN MD.....	33
3.3.7	EXPOSICIÓN A FUENTES LUMINOSAS DE LABORATORIO .....	33
3.3.8	COLOR.....	34
3.3.9	RESISTENCIA A LA HUMEDAD Y TEMPERATURA ELEVADA .....	35

3.3.10	MEDIDA DE LA ADHESIÓN INSTANTÁNEA .....	36
3.3.11	MEDIDA DE LA RESISTENCIA A LLAMA .....	38
3.3.12	ALARGAMIENTO BAJO CARGA ESTÁTICA.....	39
3.3.13	PENETRACIÓN DE DISOLVENTE EN CINTAS ADHESIVAS EMPACADORAS.....	40
4	CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD .....	43
4.1	ALCANCE .....	43
4.2	ENSAYOS DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD DE FABRICACIÓN.....	43
4.3	GESTIÓN DE NO CONFORMIDAD .....	44
5	RECEPCIÓN .....	46
5.1	OBJETIVO Y ALCANCE .....	46
5.2	CONDICIONES DE RECEPCIÓN.....	46
5.3	MANIPULACIÓN .....	46
5.4	DESCARGA .....	46
5.5	ALMACENAJE .....	47
 <b>VERIFICACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN MECÁNICA</b>		
6	OBJETIVO DE LA VERIFICACIÓN .....	50
6.1	VERIFICACIÓN DEL ESPESOR TOTAL .....	51
6.2	VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS DE PELADO .....	52
6.3	VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN Y ELONGACIÓN EN MD .....	54
6.4	VERIFICACIÓN DEL COLOR .....	55
6.5	VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA A HUMEDAD Y TEMPERATURA ELEVADA.....	56
6.6	VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA .....	58
6.7	VERIFICACIÓN DEL ALARGAMIENTO BAJO CARGA ESTÁTICA.....	60
7	CONCLUSIÓN DE LA VERIFICACIÓN .....	61

## **BIBLIOGRAFÍA**





## ANÁLISIS DEL PROCESO

El objetivo fundamental de este Trabajo Fin de Grado es la elaboración y redacción de una Especificación Técnica para la caracterización de films plásticos utilizados en procesos de embutición profunda de chapas de acero inoxidable para el conformado plástico de fregaderos de cocina.

Para lograr este objetivo, el primer paso que se llevó a cabo fue el análisis y estudio del proceso. Se visitó la fábrica, se observó y analizó el proceso y se comentó con el cliente las pautas y bases para la elaboración de la Especificación Técnica.

El proceso comienza con el atemperamiento de las bobinas tanto de acero como de film. Las bobinas de acero de entre 3,5-5 toneladas se introducen en una cámara con unas condiciones de temperatura y humedad específicas. Las cintas de film adhesivas tienen una función de protección de la chapa de acero, el film se pega sobre toda la superficie con el fin de evitar daños o rayaduras durante el proceso. La adhesión a las chapas es la causa de este Trabajo.

Uno de los problemas que le ocurre al cliente es que el film en ocasiones no aguanta adherido durante todo el proceso y al despegarse crea defectos en la chapa embutida, por lo que el fregadero debe ser rechazado.



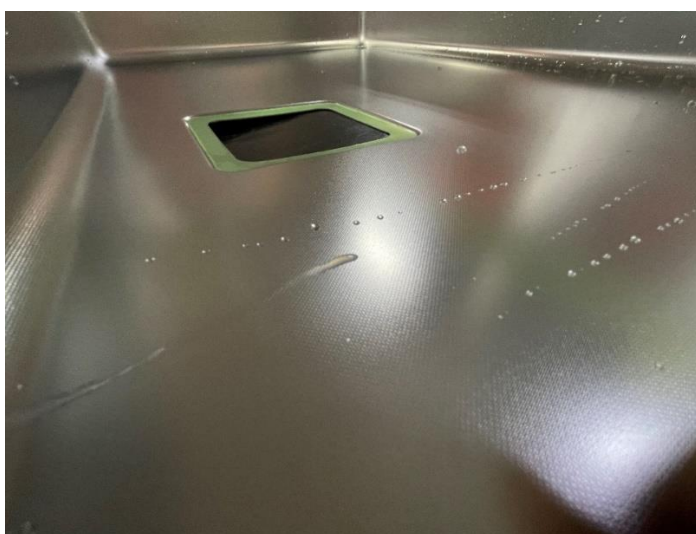
*Figura 1. Bobinas de chapa de acero atemperadas.*



*Figura 2. Bobinas de film adhesivo.*

Dentro de los tipos de bobinas de acero con los que trabaja el cliente para sus fregaderos se encuentran principalmente tres:

- Chapas de acero 2B: Chapa de acero genérico.
- Chapas de acero BA: Acabado final brillante sin necesidad de pulido (se define en el Apartado 1.3)
- Chapas de acero microtexturado: Láminas con un acabado rugoso. Es necesario un pulido posterior al conformado.



*Figura 3. Chapa de acero microtexturado.*



Los films adheridos a las chapas BA se mantienen todo el proceso hasta la entrega del fregadero al cliente final, quien lo retira para su uso. Los otros dos tipos de chapas necesitan un acabado final por lo que tras el conformado se retira el film para ser pulidos.

Las bobinas, una vez atemperadas entran en una máquina, la cual pega el film a la chapa de acero y realiza los cortes por medio de cizalladura a la geometría deseada.



*Figura 4. Proceso de pegado del film y chapa previo a su corte.*

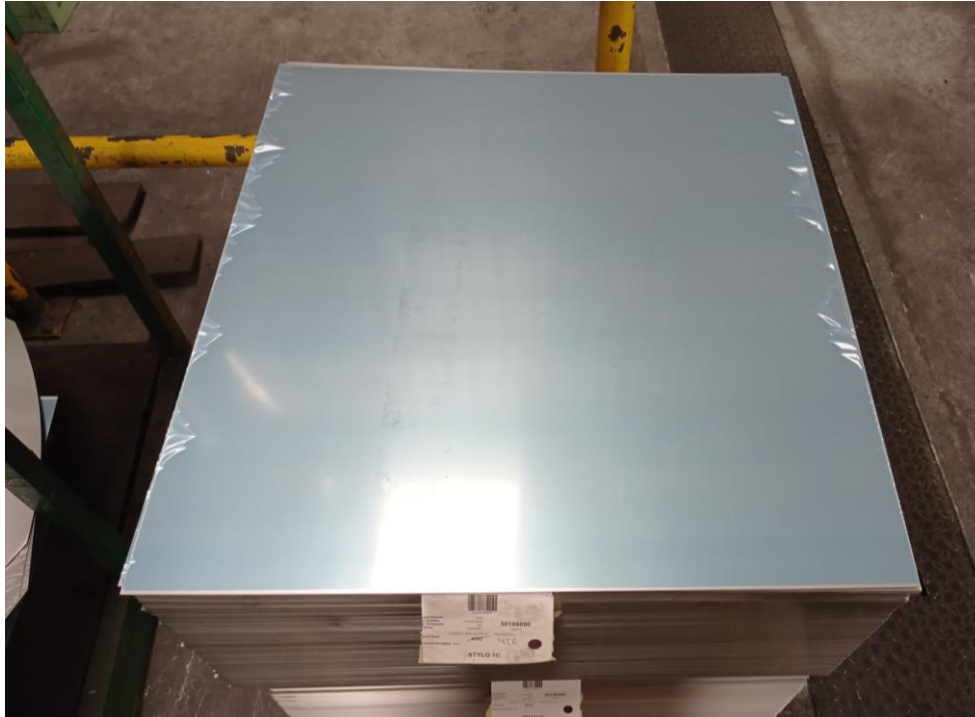


*Figura 5. Máquina de corte por cizalla.*



*Figura 6. Corte de chapa por cizalla.*

Tras este proceso, las chapas ya cortadas se almacenan en palets los cuales pasan a la siguiente etapa de la fabricación tras 24-48 horas reposando la adhesión del film en la chapa.



*Figura 7. Chapas de acero listas para la embutición.*

En ese momento las chapas ya están listas para pasar por la operación de conformado, el cual se divide en 3 o 4 secciones dependiendo del tipo de fregadero y como sea de profunda la embutición. Aquí es cuando el cliente presenta problemas al tener que aguantar el film adherido a la chapa durante este largo proceso mecánico. La embutición se realiza en diferentes prensas que van desde las 800 toneladas hasta 1500 toneladas de capacidad. Las chapas, al pasar por las prensas, siempre han de estar engrasadas para facilitar la deformación plástica y evitar un mayor roce con los troqueles durante proceso. Normalmente se usa aceite líquido, agua con jabón o pasta aceitosa.





*Figura 8. Prensa de embutición.*

hay ciertos tipos de fregaderos que, por su geometría, precisan de una embutición tan agresiva que el fregadero es construido por partes. En estos casos las pletinas del borde del fregadero y el escurridor en su caso son de un material BA mientras que la parte profunda que constituye el fondo de la cubeta es de acero normal. Una vez conformada cada parte independientemente, estas entran en el centro de soldado donde son unidas mediante soldadura por puntos realizada con una roldana de electrodos. Posteriormente la zona del fregadero que lo precise será acabada mediante pulido.





*Figura 9. Fregadero soldado.*

Una vez finalizado el proceso y comprobado que el producto es apto se realiza el acabado final. En este proceso al producto se le retira el film de protección y se realiza un pulido con una pasta mineral (alúmina) y una herramienta abrasiva, siempre y cuando el material de la chapa no sea de tipo BA como ya se ha indicado anteriormente.



*Figura 10. Chapa de acero BA tras la embutición.*

Una vez completado todo el proceso, el producto ya acabado está listo para ser limpiado y entregado al cliente. La limpieza se realiza con jabón, agua y serrín.



*Figura 11. Lavado de fregaderos.*

Para que la mayor cantidad de productos lleguen al final de este proceso y no sean rechazados es necesario que el papel film actúe lo mejor posible evitando la aparición de defectos.

Con ese propósito se pretende elaborar la siguiente Especificación Técnica, a fin de normalizar el uso del film para las diferentes chapas de acero y así garantizar que su adhesión sea completa durante todo el proceso.



# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

## INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GENERALES

# **1 INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GENERALES**

## **1.1 MOTIVACIÓN PARA DESARROLLAR EL TRABAJO**

Este trabajo fue solicitado a LADICIM, el Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales de la Universidad de Cantabria, por el departamento de calidad de una empresa internacional con fábrica en la región (en adelante “cliente”), con la motivación de lograr normalizar el seguimiento de la calidad y las utilidades de los diferentes tipos de bobinas de film que emplea en su proceso productivo de embutición profunda de chapa de acero.

Estas bobinas de film llegan de distintos proveedores y son de diferentes tipos de polímeros (polietileno, poliolefina y polipropileno) además de tener pequeñas diferencias en sus utilidades. El cliente no distinguía entre productos y se basaba en la experiencia para su uso.

Con esta Especificación Técnica (en adelante E.T.) se pretende regular el uso de los films con el objetivo de determinar empíricamente qué bobina se utiliza en cada parte del proceso.

## **1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO**

El primer objetivo del trabajo es el estudio y análisis del proceso de embutición y el papel que juegan los plásticos film. Se hizo para ello una visita a la fábrica y se analizó su uso, previamente ya mencionado.

Posteriormente, una vez conocido el proceso se elabora la E.T. que pretende como segundo objetivo definir las características técnicas y establecer las condiciones para el uso adecuado de film para embutición empleado por el cliente, así como disponer de unas bases para el control y seguimiento durante su uso con el fin de mantener los requisitos exigidos.

Finalmente, el último objetivo fue la verificación de los ensayos de control establecidos en la E.T.

En cuanto al alcance, se partirá de las propias fichas técnicas de los proveedores de films, los cuales para la generación de sus productos marcaron unas exigencias mínimas de diseño, fabricación y durabilidad las cuales, a su vez, requieren unas condiciones normales de uso. Se comprobará que estas condiciones son útiles para las necesidades del cliente. Dicha especificación será aplicable en todas las películas protectoras de polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliolefina (PO) que el cliente aplica a la chapa de acero de sus cocinas y fregaderos antes de embutir, así como a protectores de vidrios templados y vitrocerámicas, además de los productos terminados.

Esta E.T. es consistente con una serie de normas tanto europeas como internacionales. EN 1942, ISO 29862, ISO 29864, ISO 4892-2, UNE-EN-12024 y ISO 11664-6.

## 1.3 DEFINICIONES

**Film:** Rollo de plástico que se usa normalmente para el sellado, paletizado o embalado de objetos.

**Embutición:** Proceso de conformado por deformación plástica adecuado para proporcionar a una chapa metálica la forma de un molde o matriz prensándola sobre ellos.

**BA Steel:** "Bright annealed steel".

**Protección:** Acción y efecto de proteger; evitar ser dañado por agentes externos.

**Embalaje:** Caja o cubierta con que se resguardan los objetos que han de transportarse.

**Adhesión:** Estado en el cual dos superficies se mantienen juntas mediante uniones interfaciales.

**Tensión:** Esfuerzo de tracción a la que está sometido un cuerpo, medido en Pascales.

**MD:** "Mechanical direction"

**Adhesión a pelado:** Fuerza requerida para retirar una tira de cinta adhesiva de un sustrato determinado a un ángulo y velocidad especificada.

**Fuerza de rotura:** Capacidad de resistir a la rotura cuando se somete a una carga bajo condiciones descritas.

**Elongación de rotura:** Incremento de longitud del material en el momento de su rotura, en porcentaje con respecto de su longitud inicial.

**FTIR:** Espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier.

**Lote de recepción:** Aplica la definición de lote, siempre y cuando las piezas hayan sido suministradas a un mismo cliente y en el mismo envío.

**Adhesión instantánea:** La propiedad de una cinta adhesiva que provoca un pegado instantáneo, con una fuerza de separación medible por el contacto de un adhesivo y de un sustrato con una presión aplicada pequeña o nula. La superficie del adhesivo tiene influencia sobre esta propiedad.

**HR:** Humedad relativa

**Resistencia a los disolventes:** Capacidad de una cinta para resistir la exposición a dichas condiciones después de su aplicación y continuar comportándose satisfactoriamente.

**Material BA:** Láminas de acero para embutición con un acabado listo para su entrega, no necesita ser pulido tras el conformado (bright annealed).





*Figura 12. Tipo de chapa BA.*

## 1.4 LABORATORIO DE ENSAYO

Cada uno de los ensayos posteriormente recogidos en el punto 2 de la E.T. han de tener unas condiciones de contorno precisas, tales como ciertas condiciones ambientales (recogidas en cada Norma) o diferentes utensilios y utillajes normalizados para la realización de los ensayos. Buena parte de los ensayos propios de esta E.T. se desarrollarán en las instalaciones de LADICIM, en los laboratorios de SERCAMAT y en los del propio cliente.



*Figura 13. Logo del LADICIM.*

**Especificación Técnica de Films Plásticos (PE, PO, PP) para  
Embutición de Chapa de Acero**

- LABORATORIO LADICIM: El LADICIM (Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales), nace en el año 1983 por iniciativa del profesorado del Área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Cantabria. LADICIM es un grupo de I+D+i, con sede en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander. Será el principal desarrollador de los ensayos.
- LABORATORIO SERCAMAT: El Servicio de Caracterización de Materiales (SERCAMAT) inaugurado en julio de 2004, cuenta con personal altamente cualificado y equipamiento de última generación capaz de llevar a cabo la caracterización físico-química y microestructural de cualquier tipo de material. El objetivo principal del SERCAMAT es colaborar con empresas, grupos de investigación de la Universidad y otros Centros de Investigación en el desarrollo de actividades de I+D+i tanto de carácter básico como aplicado.
- LABORATORIO DEL CLIENTE: Multinacional cuya principal actividad se basa en la fabricación y comercialización de productos de cocina. El grupo cuenta con 14 fábricas, una de ellas en Santander, donde en su laboratorio de control de calidad se realizará un seguimiento de los polímeros de film.
- LABORATORIOS SUBCONTRATADOS: Para algunos ensayos concretos se contempla la posibilidad de recurrir vía subcontratación a laboratorios externos especializados que presten servicio en los ámbitos requeridos.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS**

## **2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS**

### **2.1 MATERIA PRIMA**

Las materias primas utilizadas en la fabricación de los films serán diferentes polímeros de calidad definida en la especificación de cada suministrador.

Los diferentes tipos de polímeros que contempla la E.T. con y sin adhesivo son:

- Polietileno (PE)
- Polipropileno (PP)
- Polioléfina (PO)

El departamento competente del cliente podrá autorizar el uso de otros materiales para cualquier elemento, pudiendo requerir documentación y/o pruebas adicionales a las contempladas en la presente E.T. a tal efecto.

Es preciso que el fabricante de manera complementaria a la presente E.T. realice todos los posibles estudios y ensayos con el fin de garantizar la durabilidad y conservación de las propiedades mecánicas de los materiales a lo largo de su vida útil.

### **2.2 TIPOS DE FILM**

Una vez definidas las materias primas empleadas se puede diferenciar tres utilidades diferentes que se les va a dar a los films. En función de las características de cada polímero y de las propiedades dadas por cada proveedor se deriva qué materia prima es acorde con cada utilidad del film:

**FILM DE EMBUTICIÓN:** Es un film autoadhesivo de PE, PP o PO utilizado para proteger las chapas de acero inoxidable en el proceso de embutición leve y profunda de fregaderos.

**FILM DE PROTECCIÓN:** Láminas de film de PE sin adhesivo que se usan para proteger superficies de acero inoxidable de fregaderos y vidrios a lo largo del proceso.

**FILM DE EMBALAJE:**

- Láminas de film transparente de PO microperforado sin adhesivo utilizado para embalar fregaderos terminados que no vayan en cajas individuales.
- Láminas de film transparente de PE sin adhesivo utilizados para embalar fregaderos terminados que no vayan en cajas individuales.
- Bolsas de film transparente de PE sin adhesivo utilizadas para embolsar fregaderos terminados.

- Film extensible para enfundar parcialmente los palets de los fregaderos embalados en cajas y film de PE retráctil para enfundar todos los palets.

## 2.3 FICHA TÉCNICA

Se dispone de una serie de diferentes suministradores de material los cuales entregan el tipo de film junto con su E.T. y características. Las cualidades de los materiales deben de compatibilizar con la especificado en el Apartado 2.2.

### SPV 9205

Film de polietileno con adhesivo diseñado para materiales brillantes durante el proceso de embutido o perfilado.

- Adhesivo de fácil despegado
- Efecto cremallera durante el despegado
- Bajo desenrollado
- Buena resistencia a la humedad
- Alta adhesión
- Buen comportamiento a deformaciones
- Reciclable

### SPV 3067 M

Film de polietileno adhesivo diseñado para la protección de superficies metálicas, placas lacadas, plásticos y laminas durante un proceso de mecanizado ligero, almacenaje o transporte con el objetivo de evitar rayaduras o marcas.

- Adhesión media
- Reciclable
- Identificación e inspección de la muestra

### SPV 6065E7 HP

Cinta plástica de poliolefina de protección de superficies metálicas brillantes y mates durante el proceso de conformado como, por ejemplo, embutición o laminado.

- Adhesivo de fácil despegado
- Efecto cremallera durante el despegado
- Bajo desenrollado

- Buena resistencia a la humedad
- Alta adhesión
- Buen comportamiento a deformaciones
- Reciclable
- Alta resistencia al desgarro en todas las direcciones

#### PF V 43 C (ARTICULO: 1246703)

Film de protección autoadhesiva de polietileno recomendable para la protección de superficies sensibles a la suciedad y al deterioro durante el mecanizado, almacenamiento y montaje.

- Buena resistencia a humedad
- Resistencia media a aceites y disolventes
- Útil en aceros inoxidables pulidos o estructurados para embutición profunda o laminado y aceros inoxidables acabados, esmerilados o pulidos

#### PTF 13/45 SCP V2 TRANSP

Films de polietileno recomendable para superficies sensibles contra la suciedad y el deterioro durante su procesado. Si su aplicación es correcta el film se puede despegar sin dejar residuos causados por la adhesión.

- Buena resistencia contra la humedad
- Moderada resistencia contra aceites y disolventes
- Moderada resistencia a la radiación UV
- Aconsejable para chapas de acero de alta calidad lisas o ligeramente estructuradas en embutición profunda o laminadas, acero de alta calidad o metales pintados.
- Adhesivo de fácil despegado
- Especial resistencia al desgarro, adecuado para la embutición

#### NOVACEL 4513

Autoadhesivo de poliolefina para la protección temporal de superficies. Protege la naturaleza de la superficie de los materiales contra el deterioro provocado por la suciedad, rayaduras y marcas de herramientas durante el ciclo completo de utilización (manipulación, almacenamiento y transporte, transformaciones, montaje). Film para embutición. El bobinado se proporciona sin burbujas.

- Adecuado para metales sin revestimientos, metales pre-revestidos, plásticos y laminados

- Se desaconseja su uso en cobre, latón y aleaciones que contengan cobre
- Evitar que la cara adhesiva esté expuesta a la incidencia de la luz solar directa

#### NOVACEL 9309

Film autoadhesivo de poliolefina para la protección del temporal de superficies. Protege la naturaleza de las superficies de los materiales contra el deterioro provocado por la suciedad, rayaduras y marcas de herramientas durante el ciclo completo de utilización (manipulación, almacenamiento y transporte, transformaciones, montaje). Film de alto potencial para embutir.

- Adecuado para metales sin revestimientos
- Útil para acabados superficiales lisos, brillantes y satinados.
- Se desaconseja su uso en cobre, latón y otras aleaciones que contengan cobre.
- Evitar que la cara adhesiva este expuesta a la incidencia de la luz solar directa.

#### SPV-224PR-MJ

Cinta de film de protección de superficies con base de PVC. Este producto es útil para uso en contacto con el exterior por su adhesivo especial con sensibilidad a la presión.

- Alta adhesión.
- Útil para planchas de aluminio y acero inoxidable.

## **2.4 MARCADO Y DOCUMENTACIÓN**

Las bobinas deben ir identificadas con una etiqueta exterior que contenga información suficiente para poder asegurar la trazabilidad en caso de desviaciones respecto a las especificaciones convenidas. Deben ir con un albarán que incluya, como mínimo, número de pedido, código interno del cliente y fecha y deben ir provistas de certificado de análisis trazable.

## **2.5 ASPECTO EXTERIOR**

Las bobinas de film de embutición vendrán con sus laterales lisos, libres de brozas. La superficie de las bobinas de film de embutición vendrá libre de marcas y burbuja.



## 2.6 MEDIDAS

Las bobinas de film de embutición vendrán a la dimensión pedida (2 mm menos que la bobina de acero donde vaya aplicada) con una tolerancia de  $[+1, -2]$  mm, incluida la desviación por conicidad entre el centro y extremo de la bobina.

Durante el debobinado en el corte de chapa no podrá desviarse más de  $[+1, -2]$  mm, con el fin de asegurar una colocación en el formato que no exceda de -6 mm respecto a la zona libre de recubrimiento en el formato de acero.

La longitud de cada bobina será alrededor de los 1000 m, salvo concesiones puntuales.

El espesor medio dependerá del tipo del film. Por lo general, según el espesor actual de consumo, la medida estará entre las 45 y las 80  $\mu\text{m}$ .

## 2.7 EMBALAJE

Las bobinas se presentarán en palet con la zona de apoyo protegida con un cartón o elementos similares de protección. Vendrán dispuestas horizontalmente libres o en una caja individual a una altura máxima de 3 filas. La carga vendrá convenientemente protegida y flejada para evitar caídas. Tendrán que venir lo más limpias posible.

## 2.8 ADHESIÓN

El nivel de adhesión depende de la aplicación final del film. Se definen tres niveles en función del grado de adhesión requerido:

- Film de baja adhesión (easy peeling): Fácil de pelar, destinado a modelos de poca exigencia de embutición que deban ser pelados antes de procesos posteriores. Film SPV 9205 y 6065 E7 HP
- Film de adhesión media: Pelado de dificultad media, destinado a modelos de mayor exigencia de embutición que deban ser pelados antes de otros procesos posteriores. Film SPV 3067 M, NOVACEL 4513 y PFT13/45 SCP V2 TRANS
- Film de alta adhesión: Pelado de gran dificultad, destinado a modelos de exigencia extrema en embutición o que deban durar adheridos hasta la entrega a cliente (acabado BA). Film PFV 43 C (ARTICULO: 1246703) y NOVACEL 9309.

## 2.9 GEOMETRÍA

Las formas y dimensiones de las muestras ha de cumplir las medidas y tolerancias requeridos en los planos de las correspondientes Normas, posteriormente detalladas en el Apartado 3.

## 2.10 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los ensayos y procedimientos a seguir para verificar la conformidad de los elementos serán los establecidos por las Normas referidas en el Apartado 3.3, que deberán aplicarse siguiendo los criterios de muestreo de la presente E.T. y exigiendo un 100% de conformidad a toda la muestra ensayada.

Los límites mecánicos se dividen dependiendo de la adhesión. Estos límites se reducirán a algunos ensayos (los más restrictivos) recogidos en las Tablas 1,2 y 3, mientras que para los demás ensayos se recogerán los resultados simplemente a modo de seguimiento.

<u>BAJA ADHESIÓN</u>	MIN	MAX
<b>TIPO FILM</b>	PE/PO	PE/PO
<b>ESPESOR</b>	60 µm	60 µm
<b>PROP. ADHESIVAS PELADO</b>	2 N/20 mm	3 N/20 mm
<b>TENSIÓN</b>	25 N/20 mm	45 N/20 mm
<b>ELONGACIÓN</b>	250%	700%

*Tabla 1. Límites del film de baja adhesión.*

<u>MEDIA ADHESIÓN</u>	MIN	MAX
TIPO FILM	PE/PO	PE/PO
ESPEJOR	60 µm	60 µm
PROP. ADHESIVAS PELADO	1,2 N/20 mm	1,7 N/20 mm
TENSIÓN	16 N/20 mm	25 N/20 mm
ELONGACIÓN	100%	250%

Tabla 2. Límites del film de media adhesión.

<u>ALTA ADHESIÓN</u>	MIN	MAX
TIPO FILM	PE/PO	PE/PO
ESPEJOR	75 µm	80 µm
PROP. ADHESIVAS PELADO	1 N/20 mm	3,8 N/20 mm
TENSIÓN	25 N/mm <sup>2</sup>	65 N/20 mm
ELONGACIÓN	240%	500%

Tabla 3. Límites del film de alta adhesión.

## VALIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### **3 VALIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD**

#### **3.1 ALCANCE Y CONDICIONES GENERALES**

La validación es el proceso por el cual el Departamento Técnico del cliente verifica a través de unos controles y ensayos específicos la funcionalidad, resistencia y durabilidad de un producto diseñado y fabricado en determinadas condiciones: instalación productiva y sistema/proceso de fabricación específicos, diseño concreto y materia prima dada. Supone en consecuencia el reconocimiento de la aptitud del solicitante para fabricar dicho producto en las referidas condiciones.

Toda modificación sobre un elemento validado en las condiciones antes relacionadas deberá ser comunicada al departamento responsable de la empresa, que evaluará si procede iniciar un nuevo proceso de validación. Cualquier cambio en el proceso de fabricación, en el contexto de mejora continua que los fabricantes llevan a cabo, no implicará necesariamente la renovación de la validación.

En los siguientes apartados se definen los controles, ensayos y pruebas necesarios para garantizar que los productos cumplen con los requisitos técnicos y funcionales exigidos por el cliente para emitir la correspondiente validación, que habrá de tramitarse de acuerdo con el procedimiento de concesión vigente.

#### **3.2 MUESTRAS PARA ENSAYOS DE VALIDACIÓN**

Para la realización de los ensayos de validación de los films plásticos, el cliente deberá garantizar el envío del suficiente número de muestras a los laboratorios mencionados en el Apartado 1.4. En este sentido, los requerimientos pueden diferir de unos ensayos a otros. Así, por ejemplo, según Norma, para la realización del ensayo de tracción se requiere de al menos 5 muestras. Para aquellos ensayos en que la Norma no especifique la cantidad de pruebas a realizar para obtener un resultado homogéneo, la cantidad se acordará con el cliente en el momento de su ejecución.

### 3.3 EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE VALIDACIÓN

En la Tabla 4 se indica a modo de índice y resumen los tipos de ensayos, la Norma en vigor, el número del Apartado donde se define su metodología y el laboratorio donde se llevará a cabo el ensayo.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	METODOLOGÍA Y RESULTADOS	LABORATORIO
TIPO DE FILM	-	3.5.1	SERCAMAT
TIPO DE ADHESIÓN	-	3.5.2	SERCAMAT
ESPESOR TOTAL	EN 1942	3.5.3	LADICIM
PROPIEDADES ADHESIVAS DE PELADO	ISO 29862	3.5.4	LADICIM
TENSIÓN EN MD	ISO 29864	3.5.5	LADICIM
ELONGACIÓN EN MD	ISO 29864	3.5.6	LADICIM
MÉTODO DE EXPOSICIÓN A FUENTES LUMINOSAS DE LABORATORIO	ISO 4892-2	3.5.7	EXTERNO
COLOR	UNE-EN ISO 11664-6	3.5.8	LADICIM
MEDIDA DE RESISTENCIA A HUMEDAD Y TEMPERATURA ELEVADA	UNE-EN-12024	3.5.9	LADICIM
MEDIDA DE LA ADHESIÓN INSTANTÁNEA	UNE-EN 1945	3.5.10	LADICIM
MEDIDA DE LA RESISTENCIA A LLAMA	UNE-EN 12027	3.5.11	LADICIM
ALARGAMIENTO BAJO CARGA ESTÁTICA	UNE-EN 12028	3.5.12	LADICIM
PENETRACIÓN DE DISOLVENTE EN CINTAS ADHESIVAS EMPACADORAS	UNE-EN 12036	3.5.13	LADICIM
MEDIDA DE LA RESISTENCIA A DESGARRO POR EL MÉTODO DEL PÉNDULO	UNE-EN 12025	3.5.14	LADICIM

*Tabla 4. Tipología de los ensayos a realizar.*

Todos los ensayos que se llevarán a cabo en la presente E.T. han de cumplir los criterios de conformidad mencionados en el Apartado 2.10.

### **3.3.1 TIPO DE FILM**

No requiere ninguna Norma, se realizará por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) en el laboratorio anteriormente indicado para determinar la naturaleza del polímero que constituye dicho film.

### **3.3.2 TIPO DE ADHESIÓN**

No requiere ninguna Norma, se realizará por FTIR en el laboratorio anteriormente indicado.

### **3.3.3 ESPESOR TOTAL**

Método para medir espesor total de una cinta autoadhesiva, incluido el soporte y la capa de adhesivo.

#### **3.3.3.1 MATERIALES**

Disolvente de limpieza que sea adecuado para el uso en el pie de presión.

#### **3.3.3.2 APARATOS**

Un micrómetro (medidor de espesor) con dos superficies planas, la más pequeña de ellas es circular de entre 5 mm y 16 mm de diámetro. Las caras deben ser paralelas hasta un margen de 5  $\mu\text{m}$  y deben estar forzadas a separarse a lo largo del eje perpendicular. Cuando se coloca la muestra de ensayo entre las dos superficies, la presión que ejerce el pie debe estar en el rango de entre 40 kPa y 60 kPa.

El micrómetro debe tener una sensibilidad mínima de 2  $\mu\text{m}$  con una graduación adaptada a esa sensibilidad.

#### **3.3.3.3 PROBETAS Y MUESTRAS DE ENSAYO**

A no ser que se especifiquen otras condiciones, el rollo se debe mantener en una atmósfera a  $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$  y  $(50 \pm 5) \%$  de humedad relativa (HR).

El ancho de la muestra de ensayo debe ser mayor que el pie del micrómetro y al menos 50 mm de largo. Las muestras de ensayo deben estar libres de irregularidades superficiales o arrugas que no sean las propias del tipo de cinta adhesiva que se está ensayando.

Se desenrollan y descartan no menos de 3 ni más de 6 de las vueltas exteriores de la cinta adhesiva antes de tomar las muestras de ensayo.

A no ser que se especifique otra cosa, se toma una muestra de ensayo por cada rollo.



#### **3.3.3.4 PROCEDIMIENTO**

Se ajusta a cero el instrumento de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se limpia el pie de presión con un disolvente adecuado antes de cada medida.

Se sitúa la muestra de ensayo debajo del pie del micrómetro, con la cara del adhesivo hacia arriba, y se baja suavemente el pie de presión sobre la superficie de la cinta. Un segundo después de haber bajado el pie, se anota con una aproximación de 2  $\mu\text{m}$  el valor indicado en la pantalla. Se realizan dos medidas más de cada muestra de ensayo utilizando un área de la muestra de ensayo diferente cada vez. Se utiliza la media de las mediciones obtenidas como valor del espesor de esa muestra de ensayo.

Para medir cintas de doble cara con papel protector, se mide el espesor de la muestra de ensayo con el papel protector incluido, como se indica en el párrafo anterior, y se señala el papel protector en el lugar donde se ha realizado la medida. Se retira el papel protector y se repite la medida del papel protector sólo en las zonas señaladas. Se obtiene la media de ambas mediciones restando la media obtenida del papel protector a la media total (cinta más papel protector) y se anota la diferencia como el espesor de la cinta.

#### **3.3.3.5 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS**

Se toma como espesor la media aritmética de las mediciones realizadas, como se describe anteriormente. Se indica el resultado en  $\mu\text{m}$ .

### **3.3.4 PROPIEDADES ADHESIVAS DE PELADO**

Determinar las propiedades de adhesión al pelado en una cinta autoadhesiva.

La Norma define cuatro tipos de ensayos con diferentes variables, de los cuales esta especificación se centrará en el primero, considerado el más útil una vez conocido el proceso.

#### **3.3.4.1 MATERIALES**

Se precisa el uso de un material limpiador absorbente tipo gasa quirúrgica, lana de algodón o tisús. Para que sean adecuados, los materiales no deben dejar pelusa y han de ser absorbentes.

Uno de los siguientes disolventes: diacetona alcohol de grado no residual, metanol, metiletilcetona (butanona), acetona, n-heptano y mezcla de n-heptano e hidrocarburo fluorado como un refrigerante, además deben estar fabricados a partir de materiales vírgenes.

#### **3.3.4.2 APARATOS**

El instrumento para cortar las probetas debe tener dos cuchillas afiladas en planos paralelos a una distancia determinada, para formar una probeta de un ancho exacto; deben estar disponibles dos cortadores de 12 mm y 24 mm de ancho, o una alternativa adecuada que no produzca daños. La precisión en la separación de las cuchillas debe ser la anchura nominal  $\pm 0,1$  mm.

Se debe usar un dinamómetro con una velocidad de extensión constante (CRE) junto con una máquina electrónica que tome al menos una lectura por milímetro de pelado de cinta. El dinamómetro debe tener dos mordazas centradas en el mismo plano, paralelas a la dirección de movimiento y alineadas de tal manera que sujeten la probeta totalmente en el mismo plano; un medio para desplazar a una velocidad uniforme de  $(5 \pm 0,2)$  mm/s y un lector electrónico para registrar la carga y el desplazamiento de las mordazas. El instrumento debe estar calibrado de tal manera que permita un error máximo de lectura del 2%.

Planchas de acero (BA) totalmente planas, de al menos 125 mm de largo por 50 mm de ancho y 1,1 mm de espesor, de acero inoxidable tipo 1.4301 en concordancia con la calidad 2 R definida en la Norma EN 10088-2, con un acabado en brillo y una rugosidad de  $50 \text{ nm} \pm 25 \text{ nm}$ . Las planchas con manchas, decoloración o algo rayadas no son aceptables. Las planchas nuevas se deben limpiar antes de usarlas. Entre usos las planchas deben protegerse de rayados y contaminantes.

Un rodillo de  $(85 \pm 2,5)$  mm de diámetro y  $(45 \pm 1,5)$  mm de ancho cubierto de un caucho de 6 mm de espesor aproximadamente y dureza  $(80 \pm 5)$  Shore A. La superficie debe ser cilíndrica, evitando desviaciones cóncavas o convexas. El peso del rodillo será de  $(2 \pm 0,1)$  kg.

### **3.3.4.3 MUESTRAS DE ENSAYO Y PROBETAS**

Acondicionar las muestras de ensayo en condiciones normalizadas de  $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$  y  $(50 \pm 5)$  % de HR.

Las probetas deben ser de 24 mm de ancho. Se permite una desviación límite de  $\pm 0,5\text{mm}$ . La longitud debe de ser de 300 mm. Cuando el ancho de la muestra sea menor de 24 mm, se aplican una o más tiras adicionales para obtener el equivalente a 24 mm y poder dar presión. Alternativamente se pueden obtener presiones de rodillo aceptables con un rodillo de 1 kg sobre muestras de 8,5 mm a 17 mm de anchura y con un rodillo de 2 kg sobre muestra de 17 mm a un máximo de 34 mm.

Desechar al menos 3, pero no más de 6 de las primeras vueltas del rodillo de muestra, antes de preparar las probetas.

Cortar una probeta para cada ensayo que se va a realizar. Cortar cada probeta tirando del rollo rotando a una velocidad entre 500 mm/s y 750 mm/s. Cuando la fuerza de debobinado sea demasiado alta para cortar las piezas adecuadamente, hacerlo lo más cerca posible a 500 mm/s.

### **3.3.4.4 MÉTODO A**

Este método proporciona una medición de la fuerza necesaria para retirar a un ángulo de  $180^\circ$  una cinta adhesiva que ha sido aplicada sobre una plancha de acero inoxidable.

Se aplica una longitud de cinta adhesiva sobre la plancha normalizada que luego se fija verticalmente en una de las mordazas de un dinamómetro. La otra mordaza tira del extremo libre de la cinta adhesiva a un ángulo de  $180^\circ$  respecto a la plancha.

La fuerza del adhesivo se mide por la fuerza requerida para pelar la cinta adhesiva, de modo continuo, de la plancha de manera que la línea de separación sea perpendicular a la fuerza aplicada.

Para la preparación de la muestra se utilizará uno de los disolventes mencionados en el Apartado 3.3.4.1 y se limpiará la plancha tres veces. La limpieza final ha de ser con metiletilcetona o acetona. Para conseguir resultados homogéneos las planchas nuevas han de limpiarse al menos 10 veces antes de usarlas.

Evitar tocar la plancha con los dedos y desechar cualquier mancha o raya.

Cortar una probeta de 300 mm de la cinta que se va a ensayar. Doblar 12 mm en un extremo, adhesivo con adhesivo, para formar una lengüeta. Colocar el otro extremo de la cinta al final de la plancha. Sujetando la probeta por la lengüeta de modo tal que no toque la plancha, pero se sitúe a lo largo de la misma; ejercer presión mecánicamente o a mano con el rodillo en los sentidos longitudinales, de modo que el rodillo aplique la cinta sobre la plancha. Esto previene el atrapamiento de burbujas entre el adhesivo y la plancha. Si esto ocurriera, desechar la probeta.

Preparar individualmente cada probeta y dejar reposar la muestra entre 24-48 horas, posteriormente proceder a ensayar.

Para el pelado de la probeta, volver a la lengüeta situada al final de la cinta y a un ángulo de 180° y despegar 25 mm de la cinta de la plancha. Sujetar el final de la plancha en una de las mordazas del dinamómetro y la cinta en la otra. Operar el dinamómetro a  $5,0 \pm 0,2$  mm/s. Después de que la mordaza se ponga en movimiento ignorar los valores obtenidos mientras los primeros 25 mm se pelan mecánicamente.

Usar como valor de adhesión la media de la fuerza obtenida durante el pelado de los siguientes 50 mm de cinta adhesiva. Expresar la adhesión a pelado en Newtons por 10 mm.

### **3.3.4.5 MÉTODO B**

Este método proporciona una medición de la fuerza necesaria para retirar una cinta adhesiva a un ángulo de 180° que ha sido aplicada sobre el soporte de una segunda pieza de la misma cinta.

Una longitud de cinta adhesiva se pone sobre una segunda tira de la misma cinta que ha sido aplicada previamente sobre una plancha. Entonces, la plancha se fija verticalmente sobre una de las mordazas del dinamómetro. La otra mordaza tira de la parte libre de la cinta adhesiva a un ángulo de 180°.

La fuerza del adhesivo se mide por la fuerza requerida al tirar a pelado del soporte de la segunda tira de cinta adhesiva continuamente en la dirección de la fuerza aplicada. La línea de separación es perpendicular a la dirección de la fuerza aplicada.

Las condiciones de ensayo deben ser las mismas que en el método A.

Para la preparación de la muestra se debe cortar una probeta de 300 mm de la cinta a ensayar, aplicarla sobre la plancha rígida y ejercer presión con el rodillo. Cortar una segunda probeta de dimensiones iguales y aplicarla sobre el soporte de la cinta de plancha, colocando el extremo de la segunda tira sobre el final de la otra tira aplicada en la plancha y ejercer presión de nuevo. Evitar, como el método A, la aparición burbujas.

Preparar individualmente cada probeta y dejar reposar la muestra entre 24-48 horas, posteriormente proceder a ensayar.

Tanto el pelado de la probeta como la expresión de los resultados son idénticos a lo redactado en el Apartado 3.3.4.4

### 3.3.5 TENSIÓN EN MD

Métodos para medir la fuerza a la rotura de una cinta autoadhesiva cuando se somete a una fuerza de tracción suficiente para romperla. La fuerza de rotura de una cinta adhesiva es un valor que indica su uniformidad y calidad, así como su capacidad para resistir esfuerzos durante su aplicación y uso.

#### 3.3.5.1 APARATOS

Se debe usar un dinamómetro con una velocidad de extensión constante. El dinamómetro debe tener dos mordazas centradas en el mismo plano, paralelas a la dirección de movimiento y alineadas de tal manera que sujeten la probeta totalmente en el mismo plano; un medio adecuado para mover las mordazas a una velocidad uniforme de  $5 \text{ mm/s} \pm 0,2 \text{ mm/s}$  y un dispositivo para registrar la carga y el desplazamiento de las mordazas. El instrumento debe estar calibrado de tal manera que permita un error máximo de lectura del 2%.

Dos mordazas preferiblemente de tipo neumático, su superficie debe ser al menos de 50 mm de ancho por 38 mm de profundidad. Su superficie ha de tener un ligero rallado con el fin de evitar el deslizamiento.

Una escala para adjuntar a la superficie de aproximadamente 22 mm de longitud, dividida en incrementos de 2 mm.

Un instrumento para cortar las probetas que debe tener dos cuchillas afiladas en planos paralelos separados una distancia determinada, para formar una probeta de un ancho exacto; deben estar disponibles dos cortadores de 12 mm y 24 mm de ancho, o una alternativa adecuada que no produzca daños a los extremos. La precisión en la separación de las cuchillas debe ser la anchura nominal  $\pm 0,10 \text{ mm}$ .

Algunas de las herramientas tradicionales para la preparación de las muestras de ensayo se deberían evitar cuando los soportes son láminas plásticas delgadas. Éstas incluyen las guillotinas y dispositivos de corte basados en principios de cizallamiento. La razón de esta restricción es que los bordes demasiado mellados y dañados por causa del cizallamiento o del corte por guillotina hacen que la cinta se rompa antes de que se alcance el nivel exacto de resistencia a la rotura.

#### 3.3.5.2 PROBETAS Y MUESTRAS DE ENSAYO

Las condiciones de la muestra se adecuarán a  $23^{\circ}\text{C}$  ( $23 \pm 1$ )  $^{\circ}\text{C}$  y ( $50 \pm 5$ ) % de HR.

Se debobinarán y se descartan no menos de 3 ni más de 6 de las vueltas exteriores del film adhesivo antes de tomar las muestras de ensayo.

Se tomarán cinco muestras de ensayo de cada rollo.

Cada muestra debe tener 200 mm de largo y, normalmente, el mismo ancho del film adhesivo. Las muestras se colocan en las mordazas recubiertas de una capa de papel, libre de arrugas, o se doblaran sobre sí mismas (en este caso la muestra será más larga).

### **3.3.5.3 PROCEDIMIENTO**

Se extrae las muestras de ensayo del rollo a una velocidad de 300mm/s aproximadamente.

Cuando se ensayan films autoadhesivos fácilmente extensibles como cintas de PVC plastificado, PE, etc. Se recomienda que las piezas a ensayar se acondicionen durante 2h para evitar las tensiones y distorsiones debidas al debobinado.

Se sitúan las mordazas a una distancia de 100 mm. Se sujeta la muestra de ensayo firmemente con la mordaza de manera que el eje longitudinal esté vertical y alineado con la dirección en la que se aplica la fuerza.

Se pone en marcha la máquina a una velocidad de 5 m/s y se comprueba que las mordazas se mueven en un mismo plano y paralelas a la fuerza aplicada.

Se rechazan todas las muestras que rompan a menos 5 mm de la mordaza.

Se anota la carga final de rotura y la distancia entre mordazas en la rotura. La fuerza de rotura será la media aritmética de la medición de 5 pruebas sin error, mientras que la elongación a la rotura será la media de las distancias de desplazamiento de cada ensayo, representando el resultado en tanto por ciento respecto de la longitud nominal.

### **3.3.6 ELONGACIÓN EN MD**

Métodos para medir elongación a la rotura de una cinta autoadhesiva cuando se somete a una fuerza de tracción suficiente para romperla. La elongación a la rotura de un adhesivo es un valor que indica su uniformidad y calidad, así como su capacidad, a groso modo, para adaptarse a superficies curvas o irregulares. Normalmente se determina a la misma vez que la fuerza de rotura.

Todo el procedimiento es el especificado en el Apartado 3.3.5 ya que comparte la misma Norma ISO-29864.

### **3.3.7 EXPOSICIÓN A FUENTES LUMINOSAS DE LABORATORIO**

Métodos de exposición de probetas a fuentes luminosas de arco de xenón, en presencia de humedad, para reproducir los efectos del envejecimiento (temperatura, humedad y/o mojabilidad) que se produce cuando los materiales se exponen a ambientes de uso final real.

### 3.3.7.1 APARATOS

Es necesario una fuente luminosa de laboratorio constituidas por una o más lámparas de arco xenón con camisa de cuarzo y una emisión de onda desde un valor inferior a 270 nm en la región de ultravioleta hasta el infrarrojo. Esta fuente luminosa ha de estar colocada sobre una cámara de ensayo cuyo diseño es libre, pero ha de estar construida sobre un material inerte. En la cámara se debe poder controlar la temperatura. Un radiómetro y un termómetro de patrón negro. Si el cliente precisa su uso, es posible la utilización de un equipo de mojado y control de la humedad para analizarlo con cierta HR. Por último, es necesario el uso de un porta-probetas en forma de marco abierto, dejando la parte posterior de la probeta expuesta. Los porta-probetas deben estar fabricados de un material inerte.

### 3.3.7.2 PROBETAS Y MUESTRAS DE ENSAYO

El método utilizado para la preparación de la probeta puede afectar significativamente sobre la durabilidad del ensayo. Por lo tanto, es preciso que el método de preparación de las probetas se acuerde entre las partes. Las dimensiones de la probeta se basarán en las necesarias para un posible ensayo tras la irradiación. Es necesario un mínimo de 3 muestras idénticas por cada material a ensayar en cada etapa de exposición.

### 3.3.7.3 PROCEDIMIENTO

Se colocan las probetas en el porta-probetas de tal modo que estas no estén sometidas a ningún esfuerzo. Cada probeta se identifica con marcas para su posterior identificación.

Una vez comprobado que la cámara funciona correctamente y establecidas las condiciones de ensayos previamente habladas con el cliente, se introducen las muestras en el porta-probetas. También se introduce el dispositivo de irradiación.

Si es necesario sacar una probeta durante el ensayo para realizar una inspección, es preciso que no se toque la superficie expuesta, de modo que se contaminaría la muestra y no sería apta. Una vez hecha la inspección colocar la probeta exactamente en la misma posición que estaba.

Una vez finalizado el periodo de ensayo las muestras se extraen y se realizará una inspección visual anotando todos los cambios y defectos apreciables. Si el cliente lo desea, estas probetas pueden realizar otros ensayos para comprobar su resistencia mecánica.

### 3.3.8 COLOR

Se llevará a cabo mediante la fórmula de diferencia de color CIEDE2000. La Norma se aplica a los valores de las coordenadas  $L^*a^*b^*$  del sistema CIELAB calculados conforme a la correspondiente norma (ISO 11664-4:2008 (E)/CIE S 014-4/E:2007).

Una vez obtenidos los valores de las dos muestras calculados conforme a la Norma previamente mencionada, es momento de realizar los cálculos pertinentes con el fin de alcanzar el resultado final. Todas las fórmulas están incluidas en el documento de la Norma (ISO/CIE 11664-6:2014).



### 3.3.9 RESISTENCIA A LA HUMEDAD Y TEMPERATURA ELEVADA

Método para obtener una indicación del comportamiento de un film autoadhesivo bajo condiciones de temperatura y humedad elevadas. Durante un periodo de tiempo, se sitúa el rollo de film en un recinto que se mantiene a temperatura y humedad elevadas y se analiza el efecto sobre las propiedades físicas o químicas de la masa adhesiva del rollo.

#### 3.3.9.1 MATERIALES

Disolvente acuoso de glicerol que actúe como reactivo; se tomarán 46 gr de glicerol por cada 100 gr de disolución acuosa. La densidad relativa a 23°C ha de ser aproximadamente de 1,17 y el índice de refracción próximo a 1,392. Para evitar la aparición de moho se debe añadir a la disolución un 0,1% en peso de sulfato de cobre.

Un dsecador con un diámetro interior igual o superior a 300 mm y que debe estar construido con un material inerte al sulfato de cobre. La parte inferior debe contener la disolución acuosa de glicerol. La disolución utilizada tiene como propósito mantener en el dsecador una humedad relativa del 85%  $\pm$  2% a la temperatura de ensayo.

El nivel de la disolución acuosa de glicerol debe estar como mínimo a 20 mm por debajo del nivel del plato perforado.

El dsecador debe mantenerse cerrado el mayor tiempo posible a fin de no provocar una reducción de la tasa de humedad inferior a la especificada durante el ensayo.

Una estufa con circulación de aire construida de tal forma que el dsecador pueda mantener una temperatura uniforme de 40°C  $\pm$  2°C o 65°C  $\pm$  2°C.

Se puede utilizar una cámara climática, si se dispone de ella, en sustitución del dsecador y la estufa.

#### 3.3.9.2 MUESTRAS

Deben tomarse como muestra los rollos de film adhesivo comerciales, preferentemente de 25mm de ancho y longitud igual o superior a 9m.

Los rollos se ensayan “como se reciben”. No debe emplearse en rollos rebobinados.

#### 3.3.9.3 PROCEDIMIENTO

El ensayo debe llevarse a cabo a una temperatura y humedad normalizada. Se tomará una temperatura de 40°C  $\pm$  2°C o 65°C  $\pm$  2°C y una humedad relativa de 85%  $\pm$  2%.

El tiempo de exposición del ensayo se acordará con el cliente.

Se colocará el rollo de film horizontalmente sobre el plato perforado.

El dsecador sin la tapa se coloca en la estufa. Antes de cerrarlo se deja que la temperatura alcance el equilibrio. Se debe comprobar la hermeticidad del cierre del dsecador.

Se realizará un estudio visual dos horas después de la finalización del ensayo, tiempo durante el cual el rollo se ha sacado del dsecador y ha permanecido en la atmosfera normalizada (23°C  $\pm$  2°C y HR 50%  $\pm$  5%)

Se anotarán todos los cambios perceptibles.

El estudio experimental debe llevarse a cabo mediante desenrollado radial del rollo a velocidad aproximada de 300mm/s. Tras la eliminación de las tres primeras vueltas, debe anotarse toda ruptura, torsión o desprendimiento que se produzca.

### **3.3.10 MEDIDA DE LA ADHESIÓN INSTANTÁNEA**

Método para medir la capacidad de una cinta adhesiva para pegarse sobre una superficie con la aplicación de una presión pequeña. El proceso aplica una cierta longitud de cinta de film adhesiva sobre una placa metálica normalizada, la adhesión instantánea se mide mediante la fuerza necesaria para pelar la cinta adhesiva de la placa de modo continuo con una inclinación aproximada de 90°.

#### **3.3.10.1 MATERIALES**

Es preciso el uso de diacetona alcohol junto con lana de algodón exenta de pelusas o pañuelos de papel, además de un disolvente de tipo reactivo para el análisis (metanol, butanona, acetona o tolueno)

#### **3.3.10.2 APARATOS**

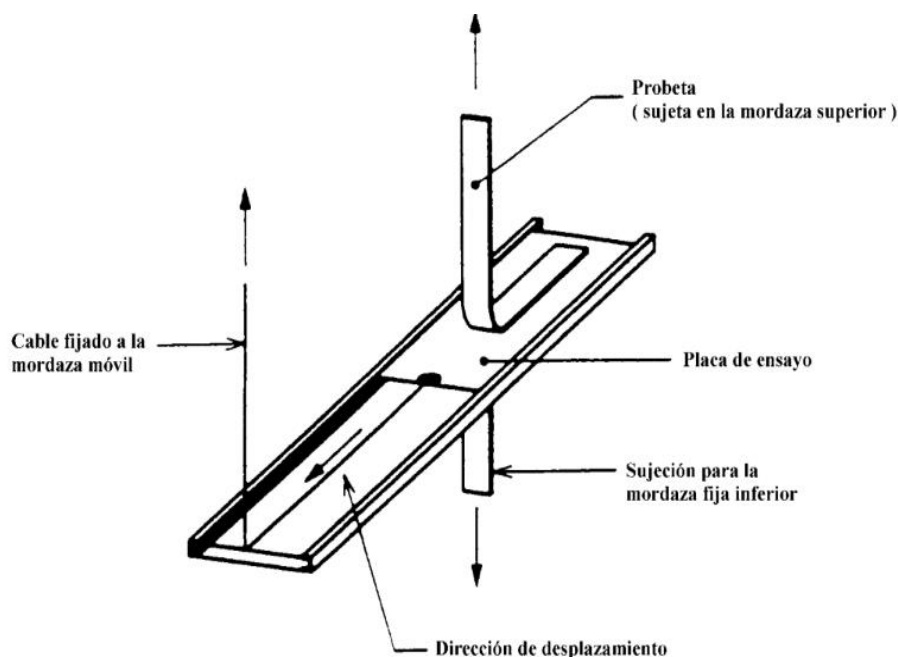
Se necesita un dinamómetro que indique la fuerza con un error máximo del 2%. La velocidad de las mordazas móviles ha de ser de 300 mm/min  $\pm$  30 mm/min. La escala de medida debe ser de tal forma que las lecturas obtenidas se encuentran entre el 15% y el 85% de la escala completa. Es preciso que las mordazas sean rugosas para evitar deslizamientos.

Se precisa del uso de planchas de acero (BA) totalmente planas, de al menos 125 mm de largo por 50 mm de ancho y 1,1 mm de espesor, de acero inoxidable tipo 1.4301 en concordancia con la calidad 2 R definida en la Norma EN 10088-2, con un acabado en brillo y una rugosidad de 50 nm  $\pm$  25 nm. Las planchas con manchas, decoloración o algo rayadas no son aceptables. Las planchas nuevas se deben limpiar antes de usarlas. Entre usos las planchas deben protegerse de rayados y contaminantes.

Un dispositivo de desplazamiento horizontal (Figura 14) mecánico y simple que asegure que la placa se mueva horizontalmente a la velocidad de movimiento del dinamómetro durante el ensayo.

Este dispositivo puede estar formado por una pieza metálica que contenga dos estrías en cuyo interior la placa pueda moverse libremente en un plano horizontal. Esta pieza debe estar fijada rígidamente en una mordaza y la placa debe estar en posición horizontal y centrada con respecto al eje vertical que pasa por las dos mordazas. Una forma adecuada de hacer que la placa se mueva horizontalmente a la misma velocidad que la mordaza móvil es conectarla con un aparato por medio de un cable inelástico que pasa alrededor de una polea unida al dispositivo. El aparato está diseñado para que produzca un ángulo de 90°. En la práctica el ángulo de pelado varía ligeramente alrededor de este número debido a irregularidades en la estructura de la masa adhesiva. El grado de variación también depende del grado de amortiguación del dinamómetro.

Es necesario un rodillo para la aplicación de una ligera presión de pegado. Se utilizará un rodillo de 32 mm de diámetro, 75mm de largo y una masa de  $25 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ .



*Figura 14. Dispositivo de ensayo de adhesión instantánea.*

### 3.3.10.3 PROCEDIMIENTO

El ensayo se debe realizar a  $23^{\circ} \text{ C} \pm 2^{\circ} \text{ C}$  y  $50\% \pm 5\%$  HR habiendo acondicionado la muestra durante 24h. Se desechará las primeras tres vueltas del rollo antes de tomar las probetas, cortando 5 unidades de un ancho mínimo de 25 mm y una longitud aproximada de 300-375 mm.

Se limpiará la superficie de ensayo con diacetona alcohol ayudado de un algodón o pañuelo. Posteriormente tras secar pancha de acero se volverá a limpiar con uno de los disolventes mencionados en el Apartado 3.3.10.1. Repetir el proceso 3 veces.

Para la aplicación de la cinta adhesiva, colocar la placa de acero en un plano inclinado formando  $11^{\circ} 19'$  con la horizontal. Desenrollar la probeta radialmente con una velocidad aproximada de 300 mm/s y aplicar inmediatamente sobre la placa.

Adherir el extremo de la probeta al borde superior de la placa de acero y situar el rodillo sobre el reverso de la cinta de film sosteniendo el otro extremo de la cinta en vertical. Dejar que el rodillo descienda por el plano inclinado adhiriendo así el film adhesivo a la placa a una velocidad aproximada de 25 mm/s. Es preciso que los bordes de la placa se mantengan paralelos a los de la probeta.

Inmediatamente, situar la plancha de acero en un soporte horizontal previamente fijado a las mordazas del dinamómetro. Doblar sobre sí mismo 25 mm del extremo libre de la cinta y

colocarlo en la mordaza. Unir la placa al mecanismo mediante el cable. Fijar la velocidad a 300 mm/min  $\pm$  30 mm/min y poner en marcha el dinamómetro.

La medida debe tomarse dentro del primer minuto desde la aplicación de la cinta sobre la placa. Dado que el mecanismo ha sido construido de modo que la placa se mueva a la misma velocidad que la mordaza, si está correctamente montado debe mantenerse un ángulo de pelado de 90° aproximadamente, durante todo el ensayo.

Por cada probeta ordenar de menor a mayor cinco lecturas del dinamómetro y obtener el valor central, del cual se hace una media de las 5 probetas.

### 3.3.11 MEDIDA DE LA RESISTENCIA A LLAMA

Método para medir la capacidad de una cinta adhesiva para resistir su exposición a llama. Con la ayuda de una mecha se prende una tira de cinta adhesiva que se encuentra suspendida libremente. La resistencia a la llama de la cinta adhesiva se mide por observación del tiempo necesario para que la llama se extinga y de la longitud de cinta adhesiva quemada.

#### 3.3.11.1 APARATOS

Se emplea una cabina de ensayo (Figura 15) hueca y de metal de 250 mm x 250 mm x 750 mm de altura, la caja debe abrirse por su parte superior y debe tener 12 agujeros de 12 mm de diámetro distribuidos uniformemente a lo largo de una línea horizontal situada a 25 mm de la base. Una de las caras verticales ha de equiparse con un panel corredizo de cristal. En el centro de la cabina a una altura de 30 mm se colocará una pinza para la sujeción de la muestra verticalmente.

En la Figura 15 se puede apreciar los siguientes puntos:

- 1: Zona de apertura.
- 2: Pinza desmontable en el centro y a una altura de 30 mm.
- 3: Panel corredizo.
- 4: Agujeros de 12 mm de diámetro.

La mecha debe consistir en un filme de celulosa regenerada, no tratada ni recubierta (60 g/m<sup>2</sup>), con forma de triángulo isósceles de 25 mm de base y 30 mm de altura.

Finalmente es necesario una fente de ignición, la cual será una llama no oxidante de 20-25 mm de altura producida por un mechero micro-Bunsen con un tubo de diámetro nominal interno de 4 mm.

Medidas en milímetros

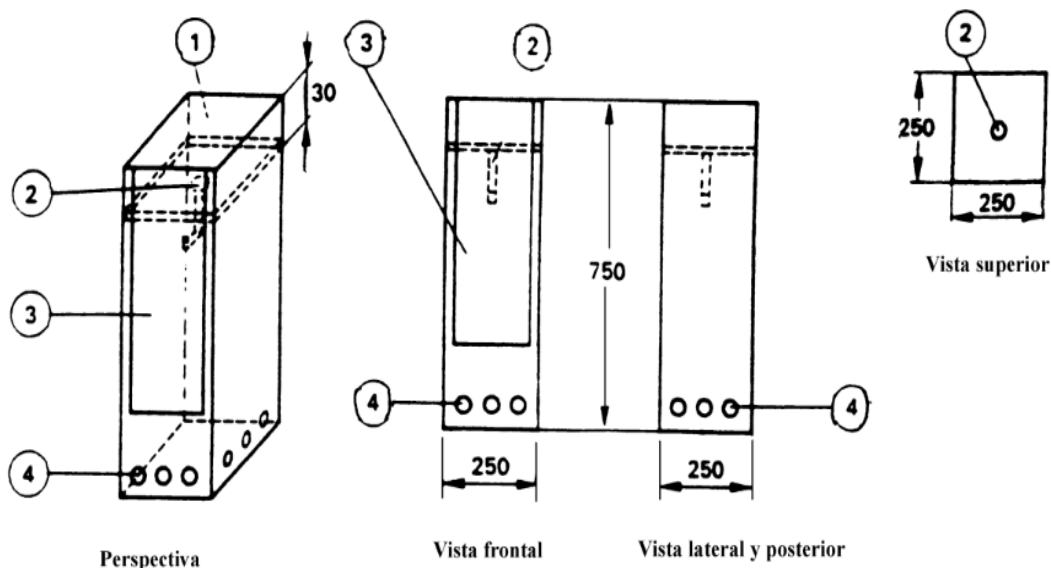


Figura 15. Cabina de ensayo.

### 3.3.11.2 MUESTRAS Y PROBETAS

Antes de extraer las probetas de la bobina se deben desechar las 3 primeras vueltas. Posteriormente, cortar 5 probetas de 25 mm de ancho y 300 mm de largo. Cada probeta se marca por su reverso a 50 mm de sus extremos.

### 3.3.11.3 PROCEDIMIENTO

Se coloca la mecha en la parte inferior de la cabina y se centra, una vez prendida la mecha con el mechero Bunsen, la llama no puede tocar más de 5 mm de la muestra que fija uno de los extremos de la cinta a la pinza de la cabina, colocándose en posición vertical. Una vez la mecha prendida está en contacto con la muestra se cierra rápidamente el panel corredizo.

Los resultados se clasifican del siguiente modo:

- Si la cinta de film no arde, se clasifica como “no inflamable”.
- Si la probeta arde, pero la llama se extingue antes de llegar a la marca de 50 mm se clasifica “auto-extinguible” y se anota el tiempo de combustión hasta que se apague la llama.
- Si la cinta arde y se carboniza hasta más allá de la marca, se anota el tiempo de combustión y se clasifica “no resistente a la llama”.

## 3.3.12 ALARGAMIENTO BAJO CARGA ESTÁTICA

Método para medir el alargamiento de una cinta adhesiva bajo la acción de una tensión pequeña mantenida durante un tiempo relativamente corto. Este método pretende dar al

usuario una indicación del alargamiento de la cinta adhesiva durante su utilización bajo tensión.

### **3.3.12.1 APARATOS**

Una regla de 1 m de longitud, graduada en milímetros. Una pinza estará fijada al extremo que marca cero en la regla, que permita a la cinta adhesiva permanecer suspendida libremente sin tocar la regla.

Una segunda pinza equipad con un dispositivo apropiado para sostener una masa que ejerza una fuerza de 10 N.

Por último, un cronómetro para medir el tiempo.

### **3.3.12.2 MUESTRAS Y PROBETAS**

Acondicionar los rollos de muestra durante 24 horas a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $50\% \pm 5\%$  HR. Desechar las 3 primeras vueltas del rollo y cortar probetas de 600 mm de largo.

Las probetas se extraen radialmente a velocidad aproximada de 300 mm/s. Posteriormente se suspenden de forma vertical durante 2 horas para eliminar contracciones o deformaciones producidas por el desenrollado.

### **3.3.12.3 PROCEDIMIENTO**

Las probetas se fijan entre las dos pinzas de modo que la distancia entre ellas sea de 500 mm. Posteriormente, se fija el extremo inferior a la masa, asegurándose que ni la cinta ni los accesorios tocan la regla y se deja suspender durante 1 minuto. Posteriormente se mide el alargamiento. Los resultados se registran como incremento en porcentaje.

## **3.3.13 PENETRACIÓN DE DISOLVENTE EN CINTAS ADHESIVAS EMPACADORAS**

Método para obtener información sobre la resistencia de una cinta autoadhesiva enmascaradora a los disolventes de las pinturas. Examen de una placa de vidrio sobre la cual se ha aplicado la cinta de film adhesiva para observar la existencia de transferencia del adhesivo después de haber aplicado los disolventes sobre la superficie de la cinta.

### **3.3.13.1 MATERIALES**

Disolvente de limpieza de tipo reactivo (metanol, metiletilcetona, acetona o tolueno), díacetona alcohol y lana de algodón de pelusa o pañuelo de papel.

Además, es necesario el uso de dos mezclas de disolventes: mezcla nº1 compuesta por acetato de butilo (40%), tolueno (25%), acetato de amilo (10%) y alcohol butílico (25%). La mezcla nº2 está compuesta por xileno (90%) y alcohol butílico (10%). Todas las proporciones divididas en tanto por ciento en volumen.



### 3.3.13.2 APARATOS

Una placa de vidrio de 150 mm de largo como mínimo, un cuentagotas y un rodillo cilindro de metal pulido con un diámetro mínimo de 50 mm y una masa de 2 kg por centímetro de ancho de la cinta de film adhesiva a ensayar.

### 3.3.13.3 PROCEDIMIENTO

Acondicionar los rollos de muestra durante 24 horas a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $50\% \pm 5\%$  HR. Desechar las 3 primeras vueltas del rollo y cortar 2 probetas de al menos 300 mm de largo.

Limpiar la superficie de ensayo de la placa de vidrio con los utensilios mencionados en el Apartado 3.3.13.1 utilizando primero diacetona alcohol y posteriormente uno de los disolventes mencionados.

Pegar la cinta de film sobre la placa de vidrio de modo que quede un mínimo de 150 mm de cinta sobre la placa y otros 150 mm como mínimo colgando de un extremo. Se aplicará el film evitando la aparición de burbujas, pero sin ejercer una presión apreciable sobre la muestra.

Pasar el rodillo sobre la superficie dos veces hacia adelante y dos hacia atrás a velocidad aproximada de 10 mm/s y dejar la cinta pegada durante las condiciones mencionadas 10 minutos.

Colocar 5 gotas de 0,04 ml de la mezcla nº1 en el centro de la probeta en intervalos de 25 mm procurando evitar que la mezcla alcance los bordes. Dejar actuar durante 2 horas en atmósfera externa con corrientes de aire a temperatura  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Despegar la probeta de la placa y examinar visualmente y anotar el número de lugares sobre la superficie donde ha penetrado la mezcla.

Repetir el ensayo utilizando la mezcla nº2.

## **CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD**

## 4 CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD

### 4.1 ALCANCE

El fabricante de los polímeros de film deberá disponer de un sistema de control de calidad propio, el cual presentará al cliente en forma de Especificación Técnica listando las propiedades y características principales del producto.

Asimismo, el proveedor dispondrá de los sistemas adecuados para garantizar la trazabilidad del producto, de modo que en caso de incidencia se pueda determinar la partida suministrada, fecha de fabricación, el proceso productivo y el lote de la materia prima utilizada.

### 4.2 ENSAYOS DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA CALIDAD DE FABRICACIÓN

Una vez definidos los ensayos a realizar junto con su Norma correspondiente en el Apartado 3.3, los laboratorios de ensayo (1.4) y el nivel mínimo exigido en cada ensayo (2.10), en la Tabla 5 se describen la frecuencia con la que hay que llevar a cabo los ensayos para asegurar un control de calidad riguroso.

TIPO DE ENSAYO	FRECUENCIA DE ENSAYO (PRUEBAS/AÑO)
TIPO DE FILM	2
TIPO DE ADHESIÓN	2
ESPEJOR TOTAL	2
PROPIEDADES ADHESIVAS DE PELADO	2
TENSIÓN EN MD	2
ELONGACIÓN EN MD	2
MÉTODO DE EXPOSICIÓN A FUENTES LUMINOSAS DE LABORATORIO	2
COLOR	2
MEDIDA DE RESISTENCIA A HUMEDAD Y TEMPERATURA ELEVADA	2
MEDIDA DE LA ADHESIÓN INSTANTÁNEA	1
MEDIDA DE LA RESISTENCIA A LLAMA	1
ALARGAMIENTO BAJO CARGA ESTÁTICA	1
PENETRACIÓN DE DISOLVENTE EN CINTAS ADHESIVAS EMPACADORAS	1
MEDIDA DE LA RESISTENCIA A DESGARRO POR EL MÉTODO DEL PÉNDULO	1

*Tabla 5. Frecuencias de ensayo.*

### **4.3 GESTIÓN DE NO CONFORMIDAD**

En caso de encontrar una desviación no aceptable se emitirá el informe pertinente de rechazo que será entregado al proveedor para su aceptación.

El material afectado quedará identificado hasta su retirada de fábrica.

## RECEPCIÓN

## **5 RECEPCIÓN**

### **5.1 OBJETIVO Y ALCANCE**

En la recepción de un conjunto de elementos (lote de recepción) el departamento responsable llevará a cabo los ensayos previamente mencionados con el objetivo de verificar que cumple los requisitos que el proveedor presenta en su propia especificación o ficha técnica.

Las conclusiones del proceso se obtienen a través de un muestreo estadístico que, por definición, incorpora un determinado margen de error. Es por ello que el objeto de la recepción es ofrecer una elevada probabilidad de que el producto suministrado cumple con la calidad requerida, siendo en cualquier caso responsabilidad del suministrador garantizar la calidad del producto y, en consecuencia, las prestaciones adecuadas.

### **5.2 CONDICIONES DE RECEPCIÓN**

En la entrega de un lote de recepción el personal de Almacén se encargará de verificar que el material cumple con las condiciones de embalaje acordados con el proveedor y las cantidades e identificación conforme al albarán de entrega.

La descarga se hará según las indicaciones de seguridad en la fábrica del cliente y se identificará el material con las etiquetas de seguimiento y almacenamiento para un correcto registro en el sistema y su ubicación en el Almacén.

Se separarán muestras de cada lote para la revisión por parte de Control de Recepción.

### **5.3 MANIPULACIÓN**

El material en palets se transportará para su almacenaje y uso a través de carretillas o transpaletas. El manejo individual de las bobinas se hará conforme a las normas de manipulación de cargas del cliente.

### **5.4 DESCARGA**

Las bobinas suministradas en palets se descargarán en autoelevador y se llevarán directamente evitando roces y golpes durante su transporte a los puntos indicados en el Apartado 5.5



## **5.5 ALMACENAJE**

Los palets de film de embutición se guardarán preferentemente en la Nave de Corte de Chapa ordenados por tipo de film.

Los palets de film de protección se podrán guardar en cualquier lugar del Almacén interior que asegure las condiciones de almacenamiento del producto según las indicaciones de la Ficha Técnica del fabricante.

# VERIFICACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN MECÁNICA

Para la verificación de los ensayos se pedirá al cliente una serie de muestras periódicamente. Para un ahorro de material, se espera a que las bobinas tengan una longitud de 10 m y se procede a su uso como probetas. Estas bobinas son cortadas a un ancho de 25 mm con el fin de que en el laboratorio de ensayo se proceda al desenrollado y uso como probetas de ensayo.



*Figura 16. Bobina cortada para su uso como probeta.*



*Figura 17. Máquina de corte de las bobinas de film.*

Las bobinas serán cortadas internamente por el Departamento de Mantenimiento del cliente con una máquina de corte por sierra y refrigeradas con agua para evitar el deterioro del film adhesivo durante el corte.

En LADICIM se propusieron múltiples ensayos para los films, además de los propios establecidos en la ficha técnica de cada film. El cliente seleccionó varios de estos ensayos clasificándolos de esenciales para el correcto control y funcionamiento de la adhesión film, por lo que no se procederá a la verificación. Los ensayos a realizar en LADICIM serán los mecánicos.

Siguiendo la normativa pertinente mencionada en el Apartado 3.3 se procederá a la ejecución de los ensayos.

## **6 OBJETIVO DE LA VERIFICACIÓN**

Una vez conocido el proceso productivo de la fabricación de fregaderos y la utilidad de los plásticos film, se ha creado una E.T. a seguir para su correcto uso y seguimiento de calidad. Como último paso de este Trabajo, se pretende verificar que lo citado en la E.T. se cumple. De esta manera se realizarán los ensayos mencionados en el Apartado 3.3. siguiendo la Norma que procede, con el objetivo de contrastar los resultados con los establecidos en el Apartado 2.10.



A modo de prueba, se llevarán a cabo ensayos de verificación con el fin de comprobar que los utillajes para el desarrollo de las pruebas son los correctos y que los ensayos se pueden desarrollar correctamente de forma periódica cuando sea necesario.

## 6.1 VERIFICACIÓN DEL ESPESOR TOTAL

Se seguirán los pasos que marca el Apartado 3.3.3 y se limpiará el micrómetro antes de su uso. El micrómetro a usar será convencional, de la marca Mitutoyo con puntas de 0-25 mm de radio, utilizándose para el ensayo la punta más redonda para conseguir una mayor precisión en la medición.



*Figura 18. Micrómetro de puntas para la medición de espesores.*

Una vez esté preparada tanto la muestra como el aparato, se procede a su medición de forma manual. Para conseguir aumentar la precisión se realizará la medición en el film adhesivo libre del papel de protección y se tomarán 5 mediciones en puntos diferentes de la cinta adhesiva.

## 6.2 VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ADHESIVAS DE PELADO

Para este ensayo se seguirá lo mencionado en el Apartado 3.3.4 y se utilizará como aparato adicional una maquina universal electromecánica/hidráulica marca Servosis, modelo ME-405/1 con células de carga de 1,25 y 5 kN. Para la realización de este ensayo es necesario que el film este adherido a la chapa de acero y haya reposado durante 24-48 horas para asegurar un buen pegado, de este modo serán ya entregados así por el cliente para facilitar el trabajo. Las probetas se cortaron a las medidas normalizadas con un aparato propio del Departamento de Calidad del cliente (MECATOME T 255/300). Esta máquina corta el plástico film ya adherido a la chapa de acero a la medida necesaria a ensayar y para evitar dañar el film a ensayar durante el corte, la probeta es refrigerada con agua.

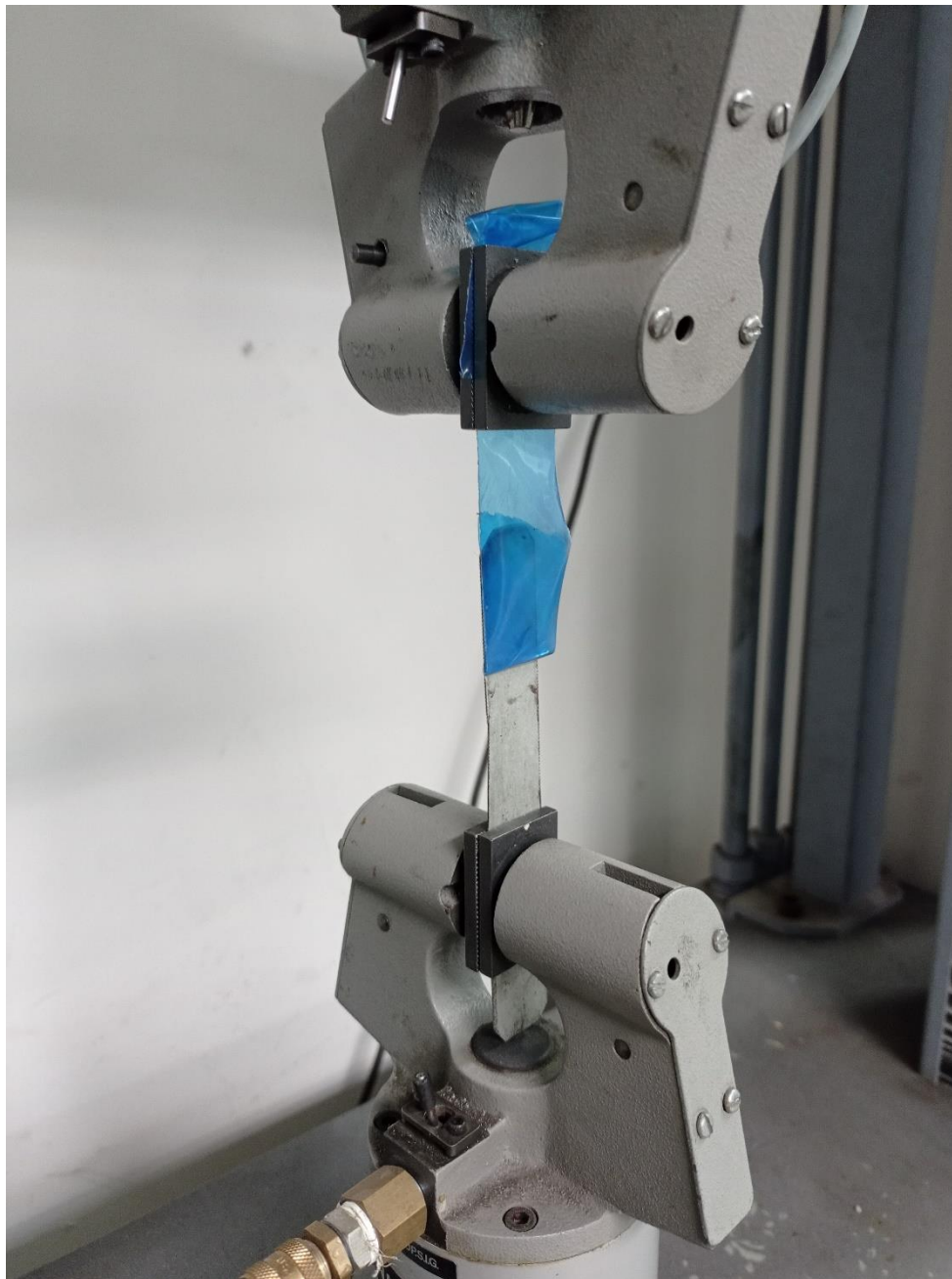


*Figura 19. Máquina para corte refrigerado de chapas.*



Para adaptar el ensayo a los aparatos del laboratorio se utiliza la prensa hidráulica con el fin de obtener así un eje vertical donde realizar la prueba. Esta prensa posee mordazas neumáticas para facilitar el agarre del film. Además, el actuador puede avanzar a velocidad variable.

Se coloca la probeta, con el film adherido, en la mordaza inferior como se muestra en la Figura 20 y se despega parte del film para, así, poder fijarlo a la mordaza superior; una vez preparado el montaje experimental, se ejecutará el ensayo siguiendo los protocolos establecidos en el Apartado 3.3.4.4 y 3.3.4.5.



*Figura 20. Montaje experimental para la verificación de la adhesión instantánea.*

La lectura de la medida se realizará por medio de la monitorización de la prensa, tomándose datos del despegado de la zona central de la chapa (20 mm centrales) e interpolando una media aritmética de los valores obtenidos.

### 6.3 VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN Y ELONGACIÓN EN MD

De nuevo se utiliza la máquina universal electromecánica/hidráulica marca Servosis, modelo ME-405/1 con células de carga de 1,25 y 5 kN. para la verificación de este ensayo. Se seguirá lo mencionado en el Apartado 3.3.5 y 3.3.6.

Se mantiene el uso de mordazas neumáticas para facilitar el agarre de la cinta de film esta vez libre de la chapa de acero.

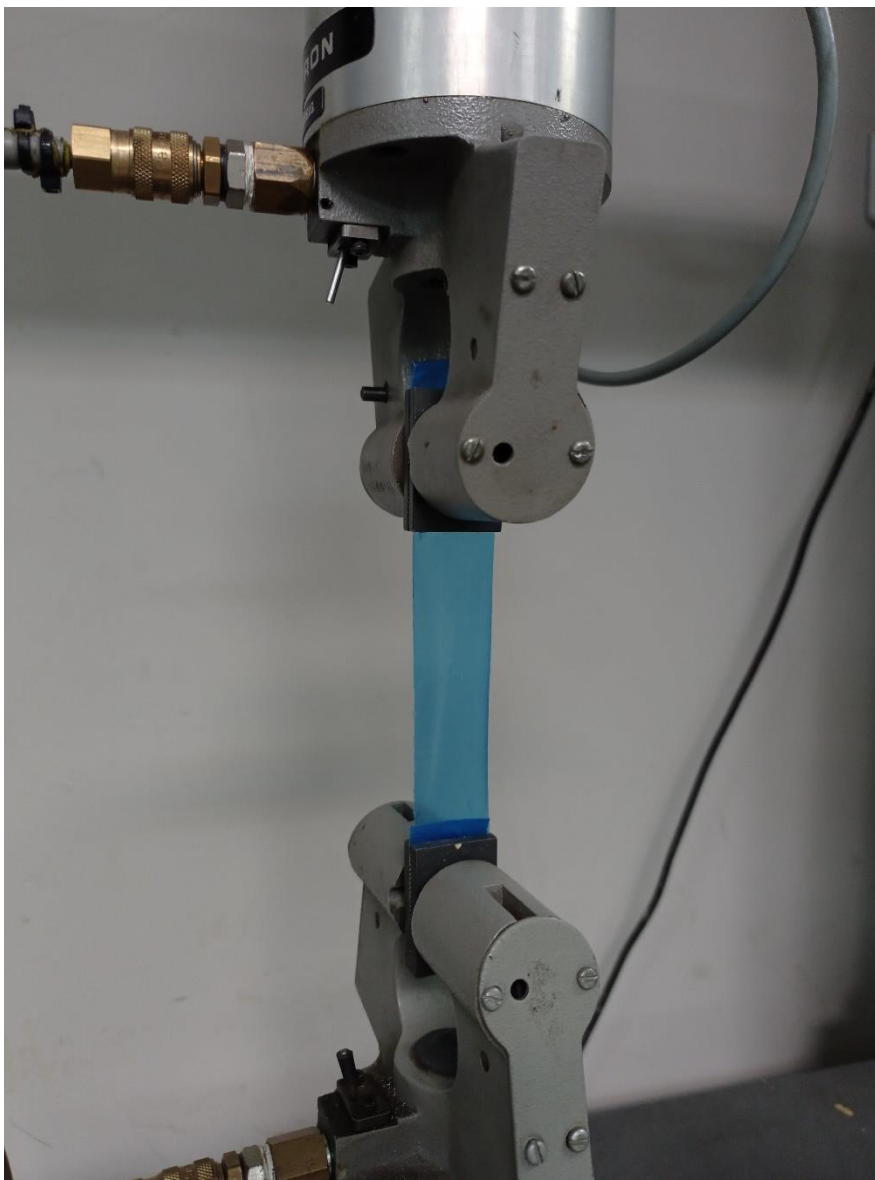
La probeta de film de longitud de 300 mm se sujeta de cada extremo con ambas mordazas estando listo el montaje para la realización del ensayo.

Para el análisis de la elongación, al tratarse de un ensayo de tracción de un polímero en forma de plástico film y por la complejidad de uso de un extensómetro óptico, se prescinde de su empleo y se registrarán los datos obtenidos por el desplazamiento del actuador, ya que las deformaciones en las partes móviles de la prensa serán despreciables.

Una vez la muestra está colocada entre las dos mordazas se inicia el ensayo y el actuador comienza a avanzar. La monitorización obtiene la gráfica tensión-deformación de la que se pueden obtener los datos que precisa la prueba, tensión máxima soportada y elongación máxima en tanto por ciento.



*Figura 21. Ensayo de tracción.*



*Figura 22. Detalle de la Figura 21*

## 6.4 VERIFICACIÓN DEL COLOR

Para la verificación de este ensayo se utilizará un Espectrofotómetro de marca Konica Minolta, modelo CM-600, el cual tan solo necesita situarse sobre una muestra de film para analizar el color. El colorímetro, tras realizar el análisis devuelve las coordenadas cromáticas CIELAB en el espacio de color  $L^*a^*b$  y tras los cálculos con las fórmulas referidas en la Norma citada en el Apartado 3.3.8 se obtiene el color específico de la muestra.



Figura 23. Colorímetro.

## 6.5 VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA A HUMEDAD Y TEMPERATURA ELEVADA

En la verificación de este proceso, basado en el Apartado 3.3.9, los aparatos se adaptan a la disponibilidad del laboratorio por lo que para establecer una temperatura y humedad específica se utilizarán otros métodos.

Para establecer una temperatura de 40° C se calentará el desecador hasta mantener constante esta temperatura y el ensayo se realizará próximo a una fuente de calor (estufa



marca MEMMERT ULM-500) con el fin de mantener así la temperatura que será monitorizada con un termómetro, para evitar que salga del rango establecido.

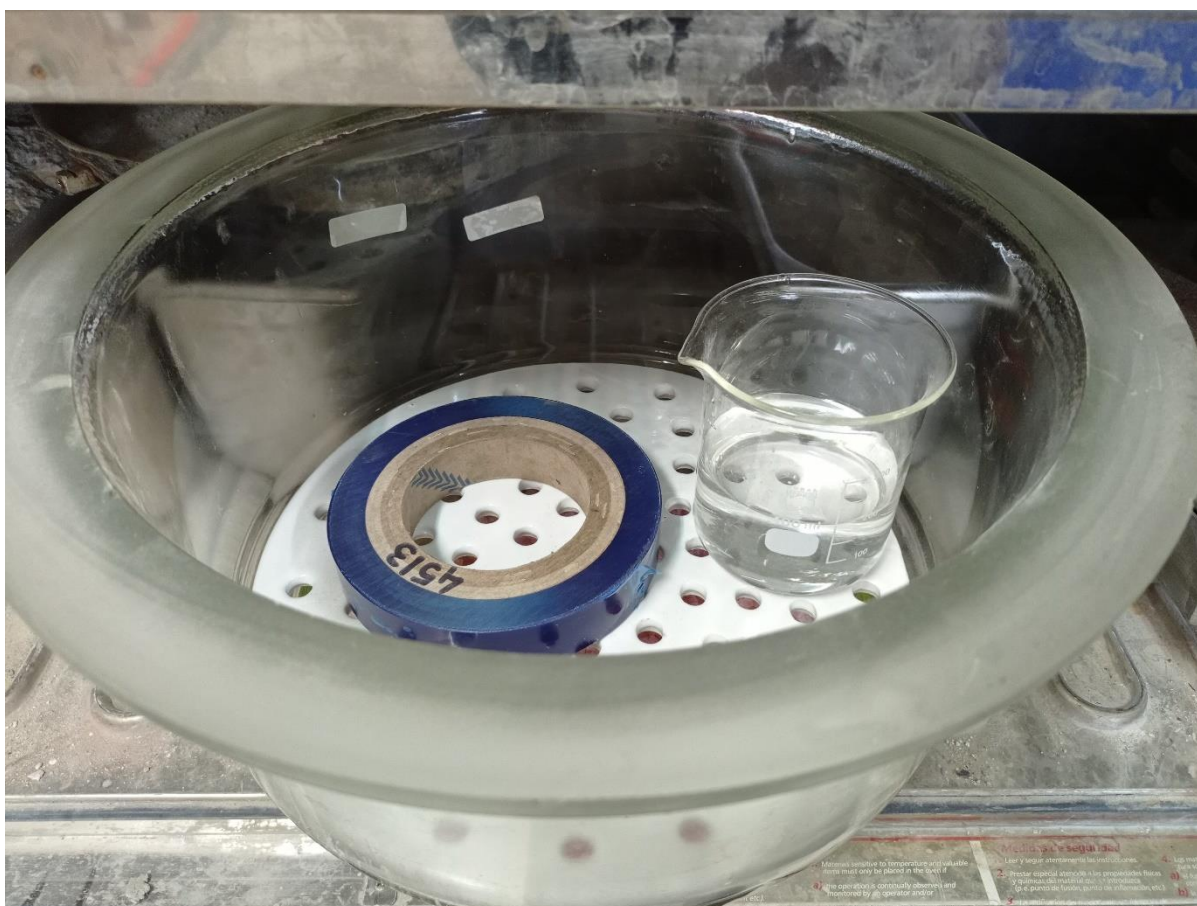


*Figura 24. Fuente de calor.*

Para establecer una HR del 85% se colocará el film sobre el plato perforado y próximo a la bobina se colocará un vaso de precipitados con agua caliente a fin de aplicar una fuente de

calor a modo de olla con el objetivo de evaporar el agua y mantener una humedad estable, que es monitorizada por un higrómetro. De este modo la HR que por parte del cliente le es más irrelevante será un dato aproximado, pero siempre monitorizado para no perder el rango de humedad.

El ensayo establece un tiempo de 5 horas, transcurridas las cuales se extrae la muestra analizando así todos los posibles defectos durante el desenrollado.



*Figura 25. Ensayo de resistencia a humedad y temperatura elevada.*

## 6.6 VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA LLAMA

Para este ensayo cuyo uso es preciso de una cabina de combustión de adaptará a los útiles del laboratorio siempre siguiendo la normativa o especificaciones mencionados en el Apartado 3.3.11.

Para el uso de la cabina se adaptará a los útiles del laboratorio y se prescindirá de parte de las características, acordando con el cliente que siempre los ensayos se realizaran en las



cabinas de los laboratorios de LADICIM, así la capacidad de combustión no se verá afectada por la cabina y siempre será influencia directa del film plástico.

La fuente de ignición es un mechero micro-Bunsen como el de la Figura 26.



*Figura 26. Fuente de ignición.*

De esta manera se colocará la probeta de film adhesivo de forma vertical dentro de la cabina y se iniciará el ensayo siguiendo la norma previamente mencionada.

Para el caso de este ensayo, menos útil para el cliente, los datos se recogerán a modo de seguimiento para comprobar que su capacidad de ignición se mantenga constante y no exista peligro dentro de la fábrica por un cambio en su comportamiento a la llama.

## 6.7 VERIFICACIÓN DEL ALARGAMIENTO BAJO CARGA ESTÁTICA

Para este último ensayo, establecido en el Apartado 3.3.12. se precisa de una mordaza la cual sostiene la probeta en posición vertical mientras del extremo libre de la probeta se suspende una carga de 10 N que se aproxima mediante una pesa de 1 Kg.

Para el desarrollo de este ensayo se utilizará el eje vertical que proporciona una prensa y se colgará la probeta sujetándola por el extremo en la mordaza superior. En la parte inferior se colocará una pesa de laboratorio y se mantendrá la carga durante el tiempo normalizado. Posteriormente se procede a la medición del alargamiento por medio de una regla graduada previamente alineada con la muestra.



*Figura 27. Pesas para la verificación de alargamiento bajo carga estática.*

## 7 CONCLUSIÓN DE LA VERIFICACIÓN

En definitiva, se han probado todos los ensayos mecánicos y demostrado que es factible llevarlos a cabo en los laboratorios de LADICIM, donde el cliente enviará una serie de muestras periódicamente con el fin de realizar un seguimiento del control de calidad. Los ensayos no verificados por LADICIM serán analizados en otros laboratorios si el cliente precisa conocer los resultados.

Por el momento el trabajo con el cliente sigue en proceso de mejora y la verificación de la calidad de sus films adhesivos está pendiente de realizarse tras ya haberse redactado la E.T, objetivo de este Trabajo de Fin de Grado, que les acota la forma de uso de sus polímeros.

## BIBLIOGRAFÍA

- Norma UNE-ISO 4582, Enero 2021, Determinación de los cambios de coloración y variaciones de las propiedades después de la exposición a la radiación solar bajo vidrio, al envejecimiento natural o a las fuentes de radiación de laboratorio.
- Norma UNE-EN-ISO 4892 parte 1, Febrero 2017, Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio.
- Norma UNE-EN-ISO-CIE 11664 parte 4, Junio 2020, Colorimetría.
- Norma UNE-EN-ISO 11664 parte 6, Junio 2017, Colorimetría, fórmulas de diferencia de color CIEDE2000.
- Norma UNE-EN 12481, Enero 2002, Cintas autoadhesivas, Terminología.
- Norma UNE-EN-ISO 29862, Enero 2020, Determinación de las propiedades adhesivas de pelado.
- Norma UNE-EN-ISO 29864, Enero 2020, Medición de la fuerza de rotura y elongación a la rotura.
- Norma UNE-EN 1942, Mayo 2008, Medición del espesor.
- Norma UNE-EN 1945, Julio 1996, Medición de la adhesión instantánea.
- Norma UNE-EN 12027, Septiembre 1996, Medición de la resistencia a la llama.
- Norma UNE-EN 12024, Septiembre 1996, Medición de la resistencia a temperatura y humedad elevadas.
- Norma UNE-EN 12025, Octubre 1996, medición de la resistencia al desgarro por el método del péndulo.
- Norma UNE-EN 12028, Septiembre 1996, Medición del alargamiento bajo carga estática.
- Norma 4892 parte 1, Febrero 2017, Método de exposición a fuentes luminosas de laboratorio, parte 1: Guía general.
- Norma UNE-EN-ISO 4892 parte 2, Enero 2014, Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio, parte 2: Lámparas de arco de xenón.
- Norma UNE-EN 12036, Septiembre 1996, Penetración del disolvente en cintas adhesivas enmascaradoras.
- Norma UNE-ISO 4582, Enero 2021, Determinación de los cambios de coloración y variaciones de las propiedades después de la exposición a la radiación solar bajo vidrio, al envejecimiento natural o a las fuentes de radiación de laboratorio.
- Ficha técnica SPV 9205, Nitto.
- Ficha técnica SPV 3067 M, Nitto.
- Ficha técnica SPV 6065E7 HP, Nitto.
- Ficha técnica PF V 43C (1246703), Poli-Film.
- Ficha técnica PFT 13/45 SCP V2 TRANS, Poli-film.
- Ficha técnica NOVACEL 9309, Novacel.
- Ficha técnica NOVACEL 4513, Novacel.
- Ficha técnica SPV 224 PR-MJ, Nitto.